

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

06.08.2004

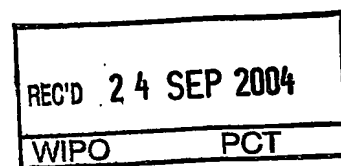
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 8 月 8 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 2 9 0 1 6 4  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 2 9 0 1 6 4 ]

出 願 人  
Applicant(s): キヤノン株式会社

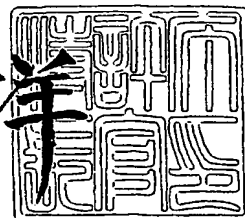


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



Best Available Copy

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 8 1 1 0 1

【書類名】 特許願  
【整理番号】 254905  
【提出日】 平成15年 8月 8日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/027  
G03F 7/20  
G03F 1/14

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号  
キヤノン株式会社内  
【氏名】 水谷 夏彦

【特許出願人】  
【識別番号】 000001007  
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社  
【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】  
【識別番号】 100105289  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 長尾 達也

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 038379  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9703875

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

弾性変形可能な露光用マスクの表面と裏面の間に圧力差を与え、該露光用マスクを被露光基板に対して変形させて、該被露光基板の表面の凹凸状態に該露光用マスクの表面を倣わせ、これらを密着させて近接場光により露光する近接場露光方法であって、

前記露光用マスクの表面と裏面の間に与える圧力差を、前記被露光基板の表面粗さに応じた所定の圧力差とすることを特徴とする近接場露光方法。

**【請求項 2】**

前記所定の圧力差を、前記被露光基板の測定長  $a$  における最大表面粗さ  $w$  に対し下記の式 (1) を満足するようにして決定される最低圧力  $P$  よりも、大きい圧力差とすることを特徴とする請求項 1 に記載の近接場露光方法。

$$P = P_m + E \frac{16hw(4h^2 + (7-\nu)w^2)}{3a^4(1-\nu)} \quad \text{式 (1)}$$

但し、上記式 (1) において、

$h$  ; 薄膜マスク母材の厚さ

$E$  ; ヤング率

$\nu$  ; ポアソン比

$P_m$  ; 第 1 の基板と第 2 の基板とを粗接触させるための圧力差である。

**【請求項 3】**

前記被露光基板の表面粗さが、前記近接場光の到達深さより大きいときにのみ、前記所定の圧力差を前記最低圧力  $P$  よりも、大きい圧力差とすることを特徴とする請求項 2 に記載の近接場露光方法。

**【請求項 4】**

薄膜マスクを保持する手段と、薄膜マスクの表面と裏面の間に圧力差を与えるための圧力印加が可能な圧力容器と、前記圧力差を制御する制御手段と、被露光基板を保持するステージと、光源とを有し、近接場光により露光する近接場露光装置であって、

前記制御手段が、前記圧力差を前記被露光基板の表面粗さに応じた所定の圧力差に設定可能に構成されていることを特徴とする近接場露光装置。

**【請求項 5】**

前記制御手段が、前記所定の圧力差を、前記被露光基板の測定長  $a$  における最大表面粗さ  $w$  に対し請求項 2 に記載の式 (1) を満足するようにして決定される最低圧力  $P$  よりも、大きい圧力差に設定可能に構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の近接場露光装置。

**【請求項 6】**

前記被露光基板の表面粗さが、前記近接場光の到達深さより大きいときにのみ、前記所定の圧力差を前記最低圧力  $P$  よりも、大きい圧力差に設定可能に構成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の近接場露光装置。

**【請求項 7】**

前記被露光基板の表面粗さを測定する測定手段を有することを特徴とする請求項 4 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の近接場露光装置。

**【請求項 8】**

露光時にその表面と裏面に圧力差を与えて被露光基板に対して変形させ、該被露光基板の表面の凹凸状態にその表面を倣わせて密着させ、近接場光により露光する際に用いる、透明な薄膜マスク母材とこの上に形成された遮光膜からなる近接場露光マスクであって、

前記薄膜マスク母材が、前記被露光基板の表面粗さと、前記露光時におけるマスクの表面と裏面に与える圧力差とに基づいて定められる所定の厚さを有することを特徴とする近接場露光マスク。

【請求項 9】

前記所定の厚さが、下記の式 (2) - a および式 (2) - b をそれぞれ満足するようにして決定される最大膜厚よりも、小さい厚さとされていることを特徴とする請求項 8 に記載の近接場露光マスク。

$$w(a, h, \Delta P) = \frac{4h^2}{7-\nu} \frac{1}{[R(a, h, \Delta P)]^{1/3}} + \frac{[R(a, h, \Delta P)]^{1/3}}{3} \quad \text{式 (2) - a}$$

$$R(a, h, \Delta P) = \frac{1-\nu}{7-\nu} \frac{81a^4 \Delta P}{32hE} + \sqrt{1728h^6 + \left( \frac{1-\nu}{7-\nu} \frac{81a^4 \Delta P}{32hE} \right)^2} \quad \text{式 (2) - b}$$

但し、上記の式 (2) - a および式 (2) - b において、

h ; 薄膜マスク母材の厚さ

E ; ヤング率

$\nu$  ; ポアソン比

$\Delta P$  ; 粗接触後に付加する印加圧力

w ; 測定長 a における表面粗さ

である。

【請求項 10】

前記所定の厚さが、前記被露光基板に対する幾つかの異なる測定長における最大表面粗さのうち、その粗さの値が近接場光の到達距離よりも大きい値を有する基板部分のそれぞれに対して、前記式 (2) - a および式 (2) - b により定められる最大膜厚の中での最小値よりも、小さい厚さとされていることを特徴とする請求項 9 に記載の近接場露光マスク。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】近接場露光方法、近接場露光装置、および近接場露光マスク

## 【技術分野】

【0001】

本発明は、近接場露光方法、近接場露光装置、および近接場露光マスクに関する。

## 【背景技術】

【0002】

半導体メモリの大容量化やCPUの高速化や集積化の進展とともに、光リソグラフィーのさらなる微細化は必要不可欠となっている。一般に光リソグラフィー装置における微細加工の限界は、光源の波長程度である。このため、光リソグラフィー装置の光源に近紫外線レーザーを用いるなど、短波長化が図られ、 $0.1\mu\text{m}$ 程度の微細加工が可能となっている。

このように微細化が進む光リソグラフィーであるが、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細加工を行なうためには、光源のさらなる短波長化、その波長域でのレンズの開発等解決すべき課題も多い。

【0003】

これらを解決する一つの方法として、特許文献1に示されているような近接場光により露光する近接場露光方法が提案されている。この近接場露光方法は、弾性変形可能な露光用マスクを用い、この露光用マスクの表面と裏面の間に圧力差を与えて被露光基板に対して変形させ、これらを密着させて近接場光により露光するようにしている。より具体的には、弾性変形可能な露光用マスクが被露光基板に十分近い距離に近づけて支持されており、このマスクを弾性変形させるために、まず、マスク両面の空間のうち、光源に面した方の気圧を、被露光基板に面した方の気圧より高くする。この気圧により露光用マスクの表面と裏面の間の圧力差が徐々に大きくなるにつれ、マスクが変形して被露光基板側に凸形に膨らんだ箇所がこの被露光基板に接触し、さらに変形が進むことによって、被露光基板との接触面積が増えていく。所定の露光領域全体にマスクが接触するまで圧力を高め、露光領域全体にマスクが接触した状態で露光する。

【0004】

このように、マスクが変形しつつ被露光基板に接していくので、被露光基板に凹凸があっても、それに倣うようにマスクが変形し、マスクを被露光基板全体に密着させる必要がある。マスクは、近接場露光において必要な $100\text{nm}$ 以下の密着がえられる程度に十分な弾性変形が可能でなければならない。上記特許文献1においては、厚さが $0.1\mu\text{m}$ ないし $100\mu\text{m}$ のチツ化シリコン薄膜などを母材にしたマスクが用いられている。

【特許文献1】特開平11-145051号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記特許文献1の近接場露光方法においては、前述したように被露光基板に凹凸がある場合、それに倣うようにマスクを変形させて被露光基板全体に密着させることが必要となるが、従来においては、近接場露光に適した密着を得るために適切な圧力として、露光用マスクの表面と裏面の間にどのような圧力差を与えるか等について、明らかにされていなかった。また、近接場露光に適した密着を得るための適切なマスクの厚さについても、明らかにされていなかった。

【0006】

そこで、本発明は、上記課題を解決し、弾性変形可能な露光用マスクを被露光基板に対して変形させ近接場露光するに際して、マスクを被露光基板表面の凹凸に倣わせて、近接場露光に適した密着を得ることが可能となる近接場露光方法、近接場露光装置、および近接場露光マスクを提供することを目的としている。

## 【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、以下のように構成した近接場露光方法、近接場露光装置、および近接場露光マスクを提供するものである。

すなわち、本発明の近接場露光方法は、弾性変形可能な露光用マスクの表面と裏面の間に圧力差を与え、該露光用マスクを被露光基板に対して変形させて、該被露光基板の表面の凹凸状態に該露光用マスクの表面を倣わせ、これらを密着させて近接場光により露光する近接場露光方法であって、前記露光用マスクの表面と裏面の間に与える圧力差を、前記被露光基板の表面粗さに応じた所定の圧力差とすることを特徴としている。

また、本発明の近接場露光方法においては、前記所定の圧力差を、前記被露光基板の測定長  $a$  における最大表面粗さ  $w$  に対し下記の式 (1) を満足するようにして決定される最低圧力  $P$  よりも、大きい圧力差とすることができる。

$$P = P_m + E \frac{16hw(4h^2 + (7-\nu)w^2)}{3a^4(1-\nu)} \quad \text{式 (1)}$$

【0008】

但し、上記式 (1) において、

$h$  ; 薄膜マスク母材の厚さ

$E$  ; ヤング率

$\nu$  ; ポアソン比

$P_m$  ; 第1の基板と第2の基板とを粗接触させるための圧力差である。

また、本発明の近接場露光方法においては、前記被露光基板の表面粗さが、前記近接場光の到達深さより大きいときにのみ、前記所定の圧力差を前記最低圧力  $P$  よりも、大きい圧力差とすることができる。

また、本発明の近接場露光装置は、薄膜マスクを保持する手段と、薄膜マスクの表面と裏面の間に圧力差を与えるための圧力印加が可能な圧力容器と、前記圧力差を制御する制御手段と、被露光基板を保持するステージと、光源とを有し、近接場光により露光する近接場露光装置であって、前記制御手段が、前記圧力差を前記被露光基板の表面粗さに応じた所定の圧力差に設定可能に構成されていることを特徴としている。

また、本発明の近接場露光装置においては、前記制御手段が、前記所定の圧力差を、前記被露光基板の測定長  $a$  における最大表面粗さ  $w$  に対し上記の式 (1) を満足するようにして決定される最低圧力  $P$  よりも、大きい圧力差に設定可能に構成されている。また、本発明の近接場露光装置においては、前記被露光基板の表面粗さが、前記近接場光の到達深さより大きいときにのみ、前記所定の圧力差を前記最低圧力  $P$  よりも、大きい圧力差に設定可能に構成されている。

また、本発明の近接場露光装置においては、前記被露光基板の表面粗さを測定する測定手段を有する構成を採ることができる。

また、本発明の近接場露光マスクは、露光時にその表面と裏面に圧力差を与えて被露光基板に対して変形させ、該被露光基板の表面の凹凸状態にその表面を倣わせて密着させ、近接場光により露光する際に用いる、透明な薄膜マスク母材とこの上に形成された遮光膜からなる近接場露光マスクであって、前記薄膜マスク母材が、前記被露光基板の表面粗さと、前記露光時におけるマスクの表面と裏面に与える圧力差とに基づいて定められる所定の厚さを有することを特徴としている。

また、本発明の近接場露光マスクにおいては、前記所定の厚さを、下記の式 (2) - a および式 (2) - b をそれぞれ満足するようにして決定される最大膜厚よりも、小さい厚さとすることができる。

$$w(a, h, \Delta P) = \frac{4h^2}{7-\nu} \frac{1}{[R(a, h, \Delta P)]^{1/3}} + \frac{[R(a, h, \Delta P)]^{1/3}}{3} \quad \text{式 (2) - a}$$

$$R(a, h, \Delta P) = \frac{1-\nu}{7-\nu} \frac{81a^4 \Delta P}{32hE} + \sqrt{1728h^6 + \left( \frac{1-\nu}{7-\nu} \frac{81a^4 \Delta P}{32hE} \right)^2} \quad \text{式 (2) - b}$$

## 【0009】

但し、上記の式(2) - aおよび式(2) - bにおいて、

h；薄膜マスク母材の厚さ

E；ヤング率

ν；ポアソン比

ΔP；粗接触後に付加する印加圧力

w；測定長aにおける表面粗さ

である。

また、本発明の近接場露光マスクにおいては、前記所定の厚さを、前記被露光基板に対する幾つかの異なる測定長における最大表面粗さのうち、その粗さの値が近接場光の到達距離よりも大きい値を有する基板部分のそれぞれに対して、上記式(2) - aおよび式(2) - bにより定められる最大膜厚の中での最小値よりも、小さい厚さとすることができる。

また、本発明の近接場露光方法または装置は、上記したいずれかの近接場露光マスクを用いて構成することができる。

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によれば、弾性変形可能な露光用マスクを被露光基板に対して変形させ近接場露光するに際して、マスクを被露光基板表面の凹凸に倣わせて、近接場露光に適した密着を得ることが可能となる近接場露光方法、近接場露光装置、および近接場露光マスクを実現することができる。これにより、精度良くかつ再現性良く、レジストパターンの形成が可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0011】

以下に、本発明の実施の形態における露光用マスクを被露光基板表面の凹凸に倣わせて近接場露光に適した密着を得るため、該マスクの表面と裏面の間に与える圧力差を、被露光基板の表面粗さに応じた圧力差とする第1及び第2の実施の形態と、近接場露光に適した密着を得るための適切なマスクの厚さを得るようにする第3の実施の形態について、説明する。

## 【0012】

## [第1の実施の形態]

図1に、本発明の第1の実施形態を説明するための近接場露光装置の構成を示す。図1において、109は露光用の光源、104は弾性変形可能な薄膜マスクである。また、107は被露光基板、すなわちレジスト114を塗布したシリコンウェハである。薄膜マスク104は、チッ化シリコンなどの透明な薄膜を母材101とし、その上に遮光膜である金属薄膜102を成膜して、パターンニングしたものである。また、薄膜母材101の周辺部には支持体103が形成されている。

## 【0013】

薄膜マスク104の上下面に圧力差を発生させるために、透明な光導入窓106と薄膜マスク104とで密閉された圧力印加の可能な圧力容器105が構成されている。圧力容器内の圧力は、圧力コントローラ110で制御し、またバルブ112で封止できる構成を有している。

被露光基板107を平坦なウェハホルダ108上に吸着固定し、さらにこのウェハホルダ108をxyステージ113の上に固定する。また111は、被露光基板の表面粗さを測定する表面粗さ測定装置であり、所定の測定長での表面粗さを測定可能である。

#### 【0014】

つぎに、本実施の形態における被露光基板の表面粗さに応じた所定の圧力差を得るための解析の手順を説明する。

まず、ステージ108を移動させてウェハを所定の位置に停止させる。

つぎに、圧力コントローラ110で圧力容器内に陽圧 $P_m$ を印加して、マスクを膨らませて、マスクとウェハを近接させる。ここで、表面粗さの測定長 $a$ のときの表面の最大粗さの値が $w$ である状態を考える。

圧力 $P_m$ で変形したマスクは、基板の凹部（この深さが $w$ である。）の上であって、基板の微細な凸部では接触しているが、全面での接触とはなっていない。

ここでは、この状態を粗接触と定義し、この粗接触を単純化したモデルとして、直径 $a$ の円形の領域が外部の円周で支持されていて、平坦であり、一方被露光基板は平坦なマスク面から中央部が深さ $w$ で窪んでいるというモデルを用いて、解析を進める。

#### 【0015】

ここからさらに、マスクの中で直径 $a$ の領域に圧力 $\Delta P$ を印加する。 $\Delta P$ の圧力印加で直径 $a$ の円板の中央の変位量が $w$ 程度となるとときには、マスク表面は概ねウェハ表面に従った形状になっていると考えられる。

そこで、このような変位をあたえる圧力 $\Delta P$ を知ることができれば、この $\Delta P$ の値そのもの、あるいは、これにランダムな形状での変形を考慮した安全係数 $C_0$ （例えば1.5など）を乗じたものを、粗接触圧力 $P_m$ に加えて露光時の印加圧力とすればよい。

#### 【0016】

ここでは、このような変位量 $w$ を与える圧力差 $\Delta P$ を、以下のようにして導出した。まず、はじめに、有限要素法によって薄膜の変形形状 $u(r)$ を調べて、下記の式(3)の形状が良い近似となっていることを確認した。ここで、 $r$ は円板の中心からの距離である。

$$u(r) = w \frac{a^2 - 4r^2}{a^2} \quad \text{式 (3)}$$

#### 【0017】

この形状に対応した曲げの歪みエネルギー $V$ は、式(4)で表される。

$$V = \frac{16\pi D(1+\nu)w^2}{a^2} \quad \text{式 (4)}$$

#### 【0018】

ここで、 $D$ は薄膜の曲げこわさであり、式(5)で定義される。

$$D = \frac{E h^3}{12 (1 - \nu^2)} \quad \text{式 (5)}$$

## 【0019】

また、中央面の伸びによる歪みエネルギー  $V_1$  に対して、変分法を適用して式 (6) を得た。

$$V_1 = \frac{2 \pi D (7 + 6 \nu - \nu^2) w^4}{a^2 h^2} \quad \text{式 (6)}$$

## 【0020】

このように、 $V + V_1$  で表される歪みエネルギーに、仮想変位の原理を適用して、たわみについての等式が得られる。これを解いて式 (7 a) が得られた。ここで、薄膜マスク母材の厚さを  $h$ 、ヤング率を  $E$ 、ポアソン比を  $\nu$  である。あるいは、さらに安全係数  $C_0$  を用いた式 (7 b) を用いても良い。

$$\Delta P = E \frac{16 h w (4 h^2 + (7 - \nu) w^2)}{3 a^4 (1 - \nu)} \quad \text{式 (7a)}$$

$$\Delta P = C_0 E \frac{16 h w (4 h^2 + (7 - \nu) w^2)}{3 a^4 (1 - \nu)} \quad \text{式 (7b)}$$

## 【0021】

マスクとウェハを近接させる圧力  $P_m$  もマスク母材の厚さ、材料定数に依存し、さらに、圧力印加前のマスクとウェハの距離にも依存する。この量は、計算で導くことも可能であるが、マスクとウェハの近接する様子をモニタして、その場で取得することもできる。上記何れかの方法で定めた  $P_m$  に、式 (3) から得られた  $\Delta P$  を加えて、マスクに印加する圧力の下限設定値  $P_{l.w}$  とする。下限設定値  $P_{l.w}$  以上の圧力を印加することで、マスクとウェハ間の距離を低減して良好な密着状態を達成できる。

ここで、最大表面粗さは、測定長内での基準線からの変位の最大点と変位の最小点との差である。これは測定長に依存する量であり、またウェハごとに変動する統計量である。一方、圧力印加によるマスクの変位量  $w$  も、ここで考える円板の直径すなわち、粗さの測定長に依存する量である。これらは各々の複数の量のセットからなっているので、以下の図2に示されるようなグラフを用いた比較を行って、 $\Delta P$  の選定を行うことも有効である。

## 【0022】

はじめに、式 (7) を  $w$  に対して解いて式 (8 a) および (8 b) を得る。

式 (8 a) の中の  $R(a, h, P)$  に、式 (8 b) を使うのである。これを用いて、図2

のように、マスク中央での変位量  $w_c$  をモデル円板の直径  $a$  に対してプロットする。図 2 は、厚さ 0.5 nm の窒化シリコン膜に対する計算例である。

$$w_c(a, h, P) = \frac{4h^2}{7-\nu} \frac{1}{[R(a, h, P)]^{1/3}} + \frac{[R(a, h, P)]^{1/3}}{3} \quad \text{式 (8a)}$$

$$R(a, h, P) = \frac{1-\nu}{7-\nu} \frac{81a^4P}{32hE} + \sqrt{1728h^6 + \left( \frac{1-\nu}{7-\nu} \frac{81a^4P}{32hE} \right)^2} \quad \text{式 (8b)}$$

#### 【0023】

以上の説明から、印加圧力  $\Delta P$  のときの各測定長における最大粗さ  $w + 3\sigma$  ( $\sigma$  は粗さの標準偏差) が  $w_c(a, h, \Delta P)$  よりも小さければ、マスクとウェハが做うことが可能であることが分かる。

また、幾つかの異なる測定長において得られた表面粗さを、同じ図中にプロットして全てが網掛けの領域に入っていれば、マスクとウェハは良好なコンタクトをすることが分かる。

。

#### 【0024】

また、近接場光は、開口のボタンに依存するが、それは数 10 nm の領域まで到達するので、例えば、10 nm 以下の凹凸に対しては、実質的な影響を受けることなく、近接場露光を行える。そこで、表面粗さの測定長  $a$  を小さくしていった、最大表面粗さが 10 nm 以下となるような長さが存在する場合には、この長さよりも狭い領域での表面粗さは、近接場露光に実質的な影響を及ぼさないので、考慮しなくて良い。

#### 【0025】

本実施例においては、圧力コントローラ 110 を制御して、以上のようにして求められた圧力差を薄膜マスクの表裏に印加し、ここでバルブ 112 を閉じて圧力を保持する。光源 109 からの光を導入窓 106 から薄膜マスク 104 に照射し、ウェハ 107 上のレジスト膜を露光する。

以上のような圧力差を与えて近接場露光するようにした本実施の形態によると、ウェハの表面粗さに応じた圧力でマスクを変形させ做わせることができ、精度よくレジストパターンを形成することが可能となった。また、不必要に大きな圧力差をマスクに与える必要がないので、マスクの不要な変形を抑え、転写されるパターンの歪みを抑え、高いパターンの再現性が得られた。

#### 【0026】

##### 【第 2 の実施の形態】

図 3 に、本発明の第 2 の実施形態における露光装置の構成を示す。

図 3 において、211 は露光用の光源、204 は弾性変形可能な薄膜マスクである。また、209 は被露光基板、すなわちレジストを塗布したシリコンウェハである。薄膜マスク 204 は、チツ化シリコンなどの透明な薄膜を母材 201 とし、その上に遮光膜である金属薄膜 202 を成膜してパターンニングしたものである。また、薄膜母材 201 の周辺部には支持体 203 が形成されている。

#### 【0027】

薄膜マスク 204 の上下面に圧力差を発生させるために、薄膜マスク 204 と圧力容器 205、容器蓋 206 とは、Oリング 207、208 を介して組み立てられている。内部は圧力印加が可能な閉じた空間になっており、容器内の圧力は、圧力コントローラ 212 で制御するとともに、バルブ 213 で封止できる。

被露光基板209は、xyステージ210上の平坦なウェハホルダ214上に吸着固定している。ステージ210を移動させてウェハを所定の位置に停止させる。圧力コントローラ110で圧力容器内を減圧して、薄膜マスク204を膨らませて、マスクとウェハを近接させる。

#### 【0028】

圧力コントローラ212を制御し、第1の実施の形態と同様にマスクの表面粗さに応じた圧力差を薄膜マスクの表裏に印加し、バルブ213を閉じて圧力を保持する。この状態で、光源211からの光を薄膜マスク204に照射し、ウェハ209上のレジスト膜を露光する。

#### 【0029】

以上のような圧力差を与えて近接場露光するようにした本実施の形態によると、ウェハの表面粗さに応じた圧力でマスクを変形させ倣わせることができ、精度よくレジストパターンを形成することが可能となった。また、不必要に大きな圧力差をマスクに与える必要がないので、マスクの不要な変形を抑え、転写されるパタンの歪みを抑え、高いパターンの再現性が得られた。

#### 【0030】

##### 【第3の実施の形態】

本発明の第3の実施の形態は、近接場露光マスクの厚さを、前記被露光基板の表面粗さと、前記露光時におけるマスクの表面と裏面に与える圧力差とに基づいて、近接場露光に適した密着を得るための適切な厚さに構成するようにしたものである。

近接場露光に用いる被露光基板の表面粗さと、粗接触後の密着時に印加する圧力 $\Delta P$ とが定まると、これに応じた薄膜マスク母材の膜厚を設計できることを以下に示す。

図4に、マスクの変位量 $w_c$ をモデル円板直径 $a$ に対してプロットしたマスクの変位量 $w_c$ と円板の直径 $a$ の関係を示す。ここでのパラメータは、薄膜マスク母材の膜厚であり、圧力 $\Delta P$ を10kPaとした。図4は第1の実施形態の中で用いた式(8a)及び(8b)を用い、窒化シリコン膜に対する計算例に基づくものである。

#### 【0031】

各測定長における最大粗さ $w+3\sigma$  ( $\sigma$ は粗さの標準偏差)が、 $w_c(a, h, \Delta P)$ よりも小さければ、マスクとウェハがなうことが可能である。種々の測定長に対する粗さを図4にプロットして、全てのプロット点よりも上側を通るカーブを選ぶ。その膜厚を用いれば所定の圧力 $\Delta P$ の印加でマスクとウェハが倣うことが分かる。つまり、幾つかの測定長ごとに定まる最大表面粗さの集合のうち、その値が近接場光の到達距離よりも大きい部分の集合に対して、式を参照して定める最大膜厚の集合の中で最小値を選定し、これよりも小さい厚さの膜厚を設計すればよい。

また、例えば、複数回の露光を伴うプロセスの後半において、初期よりも表面粗さが増加することがわかっている場合には、式(8a)及び(8b)に基づいたプロット図である図4を参照して、プロセス前半に用いるマスク厚とプロセス後半に用いるマスク厚を異ならせてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0032】

【図1】本発明の第1の実施形態を説明するための近接場露光装置の構成を示す図。

【図2】本発明の第1の実施形態におけるパラメータを印加圧力とした、マスクの変位量 $w_c$ と円板の直径 $a$ の関係を示す図。

【図3】本発明の第2の実施形態を説明するための近接場露光装置の構成を示す図。

【図4】本発明の第3の実施形態におけるパラメータを膜厚とした、マスクの変位量 $w_c$ と円板の直径 $a$ の関係を示す図。

#### 【符号の説明】

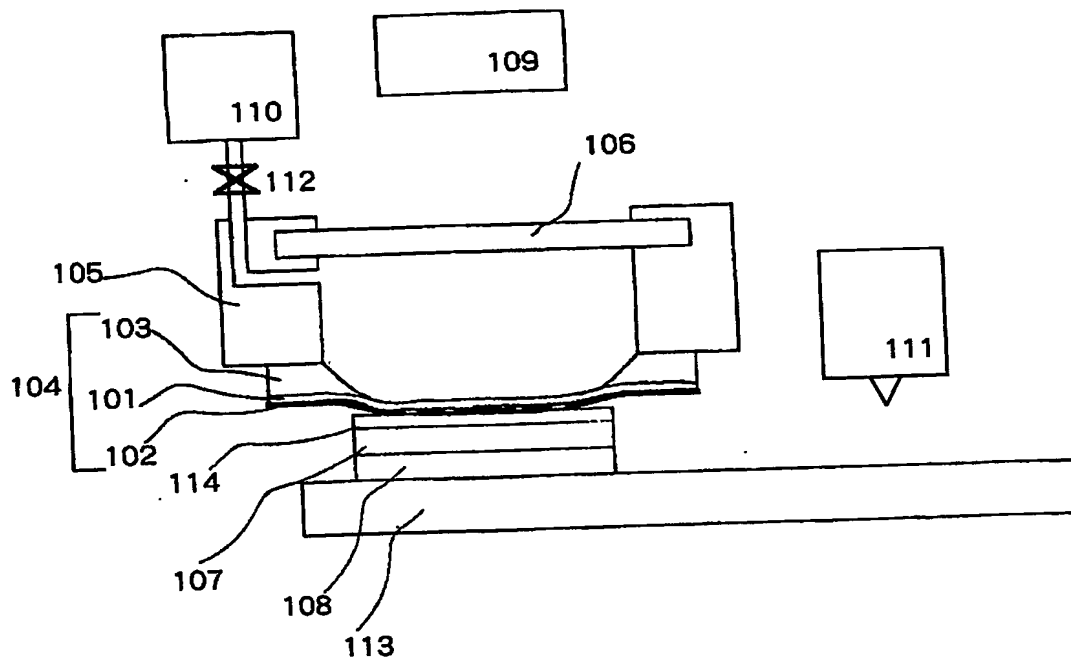
#### 【0033】

101、201: 薄膜母材

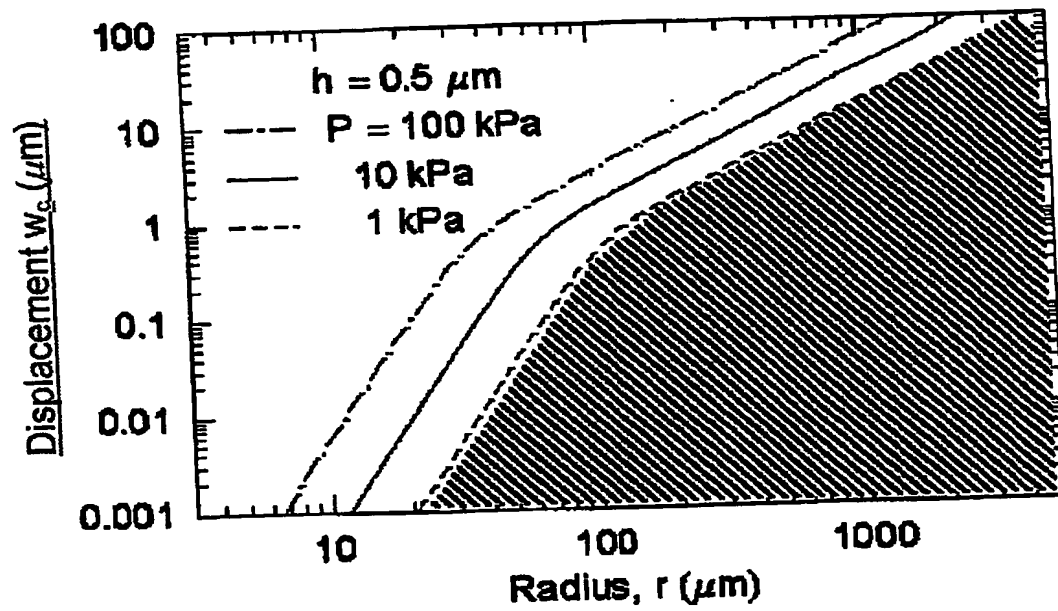
102、202: 金属薄膜

- 103、203：支持体
- 104、204：薄膜マスク
- 105、205：圧力容器
- 107、209：被露光基板
- 108：ウェハホルダ
- 113、210：x y ステージ
- 109、211：光源
- 110、212：圧力コントローラ
- 111：表面粗さ測定装置

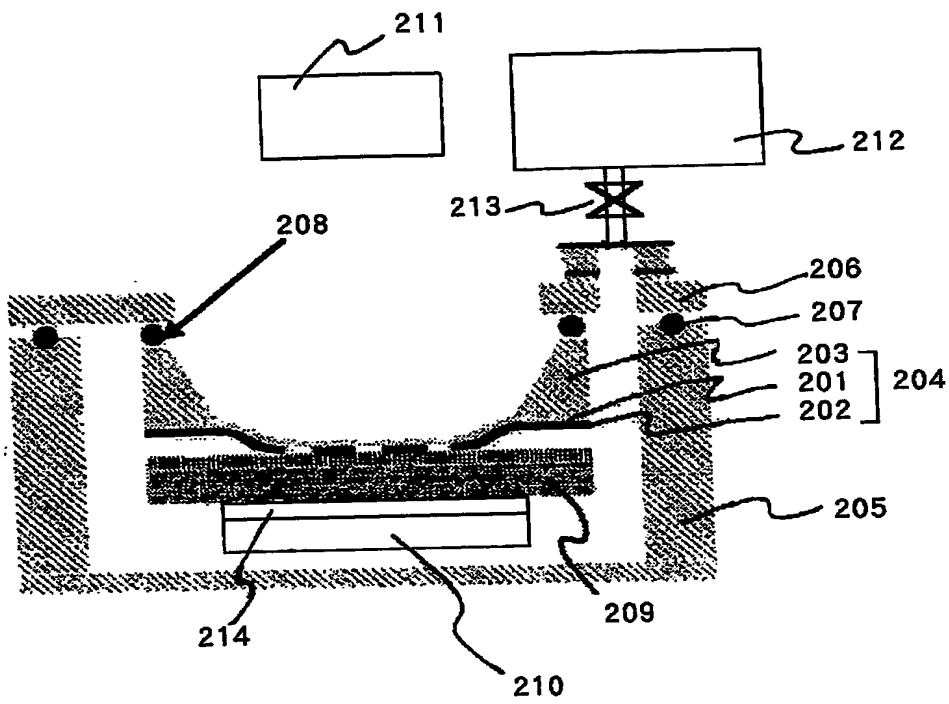
【書類名】図面  
【図1】



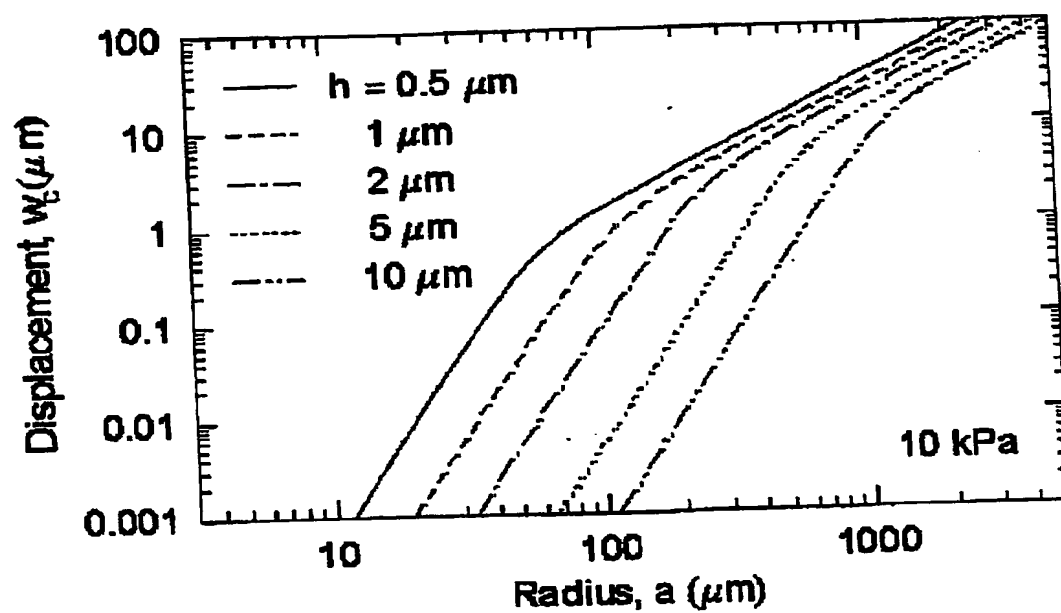
【図 2】



【図3】



【図4】



**【書類名】要約書****【要約】**

**【課題】**弾性変形可能な露光用マスクを被露光基板に対して変形させ近接場露光するに際して、マスクを被露光基板表面の凹凸に倣わせて、近接場露光に適した密着を得ることが可能となる近接場露光方法、近接場露光装置、および近接場露光マスクを提供する。

**【解決手段】**露光用マスクを被露光基板に対して変形させることにより密着状態として露光する近接場露光において、露光用マスクを被露光基板表面の凹凸に倣わせて近接場露光に適した密着を得るため、該マスクの表面と裏面の間に与える圧力差を、被露光基板の表面粗さに応じた圧力差とするように構成し、また、露光用マスクの厚さを近接場露光に適した密着を得るための適切な厚さに構成する。

**【選択図】**

図 1

特願 2 0 0 3 - 2 9 0 1 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キヤノン株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**